



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 02 316 A 1

51 Int. Cl.⁷:
C 03 B 9/40
G 01 J 5/60
C 03 B 9/41

21 Aktenzeichen: 199 02 316.6
22 Anmeldetag: 21. 1. 1999
43 Offenlegungstag: 10. 8. 2000

DE 199 02 316 A 1

71 Anmelder:
futronic GmbH, 88069 Tettnang, DE
74 Vertreter:
HOFFMANN · EITLÉ, 81925 München

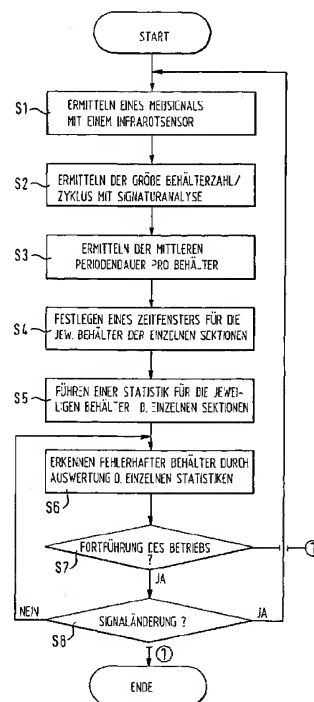
72 Erfinder:
Liebherr, Wolfgang, 88048 Friedrichshafen, DE;
Lachmann, Wolfgang, 88097 Eriskirch, DE
56 Entgegenhaltungen:
US 39 68 368 A
Patent Abstracts of Japan zu JP 08319123 A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Sensor zum Erfassen von Doppelstöckern

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glasbehälterherstellung mit verbesserter Zuverlässigkeit. Dies gelingt durch Messen eines Temperaturprofils für Glasbehälter, die von dem Ausgang einer IS-Glaserstellungsmaschine (10) mit einem Förderband (16) an dem wärmeempfindlichen Sensor (28) vorbei transportiert werden. Anschließend wird das Temperaturprofil (60) durch Signaturanalyse in einzelne Zyklen unterteilt, zudem in jedem Zyklus ein Zeitfenster für die in einzelnen Sektionen der IS-Glaserstellungsmaschine (10) hergestellten Behälter festgelegt und für die in den einzelnen Sektionen (12-1, ..., 12-n) hergestellten Behälter über mehrere Zyklen hinweg eine Statistik geführt. Fehlerhafte Behälter werden durch Vergleich des aktuell gemessenen Profilwerts (62) mit dem anhand der Statistik zu erwartenden Profilwert identifiziert.



DE 199 02 316 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Sensor zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen des IS-Glasherstellungsprozesses. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren und einen Sensor zum Erfassen von Doppelstöckern mit verbesserter Zuverlässigkeit und Meßgenauigkeit.

Die Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Verfahrensablauf der Herstellung von Glasbehältern im Rahmen eines IS-Glasherstellungsprozesses (IS, vgl. independent section).

Eine IS-Glasherstellungsmaschine 10 weist mehrere Sektionen 12-1, . . . , 12-n auf. Ein Tropfenverteiler 14 ist oberhalb der Sektionen 12-1, . . . , 12-n angeordnet und gibt an jede dieser Sektionen 12-1, . . . , 12-n während des IS-Glasherstellungsprozesses in vordefinierter Abfolge und periodisch jeweils mindestens einen glutflüssigen Glastropfen ab. Idealerweise weisen die Glastropfen periodisch konstantes Gewicht, konstante Form und konstante Temperatur auf.

Glastropfen werden je nach Ausstattung der IS-Glasherstellungsmaschine 10 entweder einzeln, paarig, dreifach oder vierfach zeitlich parallel erzeugt. Die Sektionen 12-1, . . . , 12-n stellen dann aus einem bzw. mehreren Tropfen in einem zyklisch ablaufenden Prozeß fertige Glaswaren her.

Gemäß einer ersten Möglichkeit werden diese Glaswaren nach dem Preß-Blas-Verfahren hergestellt. Hierbei fallen die ein bis vier Glastropfen in eine Vorform, bei der mit einem Preßstempel aus dem Glastropfen ein Rohling geformt wird. Dieser Rohling wird anschließend in eine Fertigform eingesetzt und zu der endgültigen Form aufgeblasen bzw. mit Vakuum gesaugt. Alternativ wird bei dem sog. Blas-Blas-Prozeß auch der Rohling in der Vorform ebenfalls aufgeblasen und nicht mit einem Preßstempel geformt.

Anschließend plazieren die Sektionen 12-1, . . . , 12-n der IS-Glasherstellungsmaschine 10 die fertigen Glaswaren auf einem Fließband 16, das entlang der Sektionen 12-1, . . . , 12-n geführt wird. Mit dem Fließband werden die fertigen Glaswaren zu einem Kühllofen 18 transportiert, in dem sie kontrolliert so entspannt werden, daß sie nicht zerspringen. Nach dem Durchlaufen des Kühllofens 18 durchläuft die Glasware eine umfassende Qualitätskontrolle.

Inbesondere dann, wenn mit dem oben beschriebenen IS-Glasherstellungsprozeß Glaswaren mit großen Öffnungen hergestellt werden, z. B. Konservengläser, tritt ein Fertigungsfehler auf, der als Doppelstöcker bezeichnet wird. Dieser Fehler entsteht, wenn eine bereits fertig geformte Glasware durch einen Maschinenfehler oder bedingt durch eine kritische Maschineneinstellung in der IS-Glasherstellungsmaschine 10 verbleibt, anstatt planmäßig aus dieser entnommen zu werden.

Die IS-Glasherstellungsmaschine 10 kann eine solche Ablaufstörung nicht feststellen, so daß während der nachfolgenden Betriebsperiode ein vorgeformter Rohling in die Fertigform, in der immer noch die bereits fertig geformte Glasware gehalten ist, zusätzlich eingesetzt wird. Da zwischen dieser fertig geformten Glasware und dem Rohling Luft fest eingeschlossen ist, bleibt das anschließende Ausblasen ohne Erfolg. Da regelmäßig das Plazieren der Glasware in dem nun folgenden zweiten Anlauf gelingt, gelangt diese letztendlich auf das Fließband 16.

Nach Durchlaufen des Kühllofens 18 stellen die Doppelstöcker jedoch ein erhöhtes Risiko dar, da sie aufgrund der erhöhten Glasmenge in dem Kühllofen 18 nicht ausreichend entspannt werden. Bereits bei geringster mechanischer Belastung können sie zerspringen und die teuren Meßeinrichtungen für die abschließende Qualitätskontrolle zerstören.

Wie in Fig. 1 gezeigt, kann am Ausgang der IS-Glasherstellungsmaschine 10 eine Vorselektierung der hergestellten

Glasware erfolgen mit Hilfe einer Steuerelektronik 20, die eine Ausblasdüse 24 aktiviert. Durch das Aktivieren der Ausblasdüse 24 werden die in diesem Augenblick an ihr vorbei geführte Glasware von dem Förderband 16 geblasen. Die Steuerelektronik 20 kann Aufträge zum Entfernen einzelner Behälter bzw. zum zyklisch wiederholenden Entfernen der Glaswaren, welche in einer bestimmten Form gefertigt wurden, bearbeiten.

Zur Erkennung der vom Band zu entfernenden Doppelstöcker werden bisher eine Höhenkontrolle oder Bildverarbeitungstechniken als Ansätze zur Lösung dieses Problems gewählt. Die Höhenkontrolle nützt die Tatsache, daß zwar nicht alle aber dennoch sehr viele der Doppelstöcker eine einige Millimeter größere Höhe aufweisen. Im Gegensatz hierzu lassen sich mit Bildverarbeitungstechniken die in fertigen Glaswaren zusätzlich eingesetzten Rohlinge, die zu den Doppelstöckern führen, zumindest bei Weißglas erkennen. Die Meßergebnisse werden einer Gut/Schlecht-Klassifizierung zugeführt, deren Resultat dann fallweise die Steuerelektronik zum Entfernen einer Glasware veranlassen kann. Obgleich die Bildverarbeitungstechniken zudem auch eine Höhenkontrolle ermöglichen, benötigen die hierfür erforderlichen Geräte eine 3 m lange Strecke am Förderband 16. Dies ist nachteilig für den Gesamtprozeß, welcher vorsieht, die Glaswaren möglichst unverzüglich ohne Abkühlung dem Kühllofen 18 zuzuführen.

Demnach besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines Verfahrens und eines Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern mit verbesserter Genauigkeit und Zuverlässigkeit bei geringem Aufwand.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glasherstellung, gemäß dessen mit einem wärmeempfindlichen Sensor 22, z. B. einem Infrarotsensor, das Temperaturprofil für Glasbehälter gemessen wird, die von dem Ausgang einer IS-Glasherstellungsmaschine mit einem Förderband an dem wärmeempfindlichen Sensor vorbei transportiert werden, das Temperaturprofil durch Signaturanalyse in einzelne Zyklen unterteilt wird, in jedem Zyklus Zeitfester für die in einzelnen Sektionen der IS-Glasherstellungsmaschine hergestellten Behälter festgelegt werden, für in den einzelnen Sektionen hergestellten Behälter über mehrere Zyklen hinweg eine Statistik geführt wird, und fehlerhafte Behälter durch Vergleich des aktuell gemessenen Profilwerts mit dem anhand der Statistik zu erwartenden Profilwert identifiziert werden.

Die Anwendung der Signaturanalyse ermöglicht die Zuordnung der einzelnen Spitzenwerte des Temperaturprofils zu den einzelnen Sektionen der IS-Glasbehälterherstellungsmaschine. Aufgrund dieser Zuordnung ist es möglich für jede einzelne Sektion der IS-Glasherstellungsmaschine eine eigene Statistik zu führen und somit der Tatsache Rechnung zu tragen, daß die Behälter der einzelnen Sektionen bis zu dem wärmeempfindlichen Sensor auf dem Förderband eine unterschiedliche Wegstrecke zurücklegen und somit unterschiedlich stark abkühlen. In anderen Worten ausgedrückt, wird die Tatsache, daß sich in dem Temperaturprofil die den einzelnen Sektion der IS-Glasherstellungsmaschine zugeordneten Pegel stark unterscheiden, z. B. um einen Faktor von bis zu 10, technisch nutzbar gemacht.

Demnach werden im Gegensatz zu einer einfachen Schwellwertauswertung Behälter jeder Sektion relativ zueinander und nicht im Vergleich mit allen anderen Sektionen bewertet. Hierdurch ist es möglich, das S/N-Verhältnis und damit die Auswertung für praktische Anwendungen sicher zu gestalten. Dies gilt insbesondere dann, wenn der "heißeste" normale Behälter in dem Temperaturprofil einen höheren Wert aufweist als der "kälteste" Doppelstöcker oder der

Temperaturprofilpegel der "heißesten" Sektion denjenigen der "kältesten" Sektion um ein Vielfaches übersteigt, z. B. um das Fünffache.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß die Identifizierung eines fehlerhaften Behälters durch zusätzlichen Vergleich des aktuell gemessenen Profilwerts mit in mindestens einem vorangehenden Zyklus gemessenen zugeordneten Profilwert verifiziert wird.

Diese Maßnahme verbessert die Sicherheit der Auswertung zusätzlich. Wird in einem aktuell betrachteten Zyklus ein Doppelstöcker festgestellt, so muß in dem vorangehenden Zyklus der entsprechende Behälter gefehlt haben. Diese Betrachtung der Ablaufhistorie führt zu einer Verknüpfung von mehreren Bedingungen für das Auftreten eines Doppelstöckers und demnach zu einer zusätzlichen Absicherung der Entscheidung.

Zudem wird die oben genannte Aufgabe durch einen Sensor zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glasherstellung gelöst, der ein wärmeempfindliches Bauteil enthält, und zwar zum Messen eines Temperaturprofils für Glasbehälter, die von dem Ausgang einer IS-Glasherstellungsmaschine mit einem Förderband an dem wärmeempfindlichen Sensor vorbei transportiert werden, sowie ein im wesentlichen rechtwinklig zu dem Förderband ausgerichtetes Leitelement für Wärmestrahlung, das an der dem Förderband zugeordneten Seiten offen und an der vom Förderband abgewandten Seite an das wärmeempfindliche Bauteil angekoppelt ist, und eine mit dem wärmeempfindlichen Bauteil verbundene Auswerteschaltung, die aus dem gemessenen Temperaturprofil ein z. B. in einem Mikrocomputer weiterverarbeitbares elektrisches Ausgangssignal erzeugt.

Somit basiert der erfindungsgemäße Sensor zum Erfassen von Doppelstöckern auf dem Phänomen, daß Doppelstöcker durch den Einschluß von Luft und aufgrund der erhöhten Glasmenge bei geringerer Oberfläche wesentlich langsamer abkühlen als normale Behälter. Demnach kann durch ein wärmeempfindliches Bauteil ein Doppelstöcker unmittelbar nach der Herstellung von normalen Behältern aufgrund der erhöhten Wärmestrahlung unterschieden werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn diese Wärmestrahlung mittels eines Leitelements geeignet auf das wärmeempfindliche Bauteil ausgerichtet wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern ist vorgesehen, daß das wärmeempfindliche Bauteil ein auf Infrarotstrahlung ansprechender Phototransistor ist.

Durch Einsatz eines auf Infrarotstrahlung ansprechenden Phototransistors wird die thermische Trägheit des wärmeempfindlichen Bauteils minimiert. Hierdurch ist ausgeschlossen, daß diese thermische Trägheit oberhalb der zu messenden Zeitperioden liegt. Weiterhin ist durch das Arbeiten im Infrarotbereich die Empfindlichkeit des Phototransistors gegenüber störenden Umgebungseinflüssen praktisch vollständig eliminiert.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern ist vorgesehen, daß das Leitelement für Wärmestrahlung als Rohr ausgebildet ist und zudem an seiner Innenseite geschwärzt ist.

Hierdurch läßt sich die von den Behältern auf das wärmeempfindliche Bauteil abgegebene Wärmestrahlung besonders einfach nahezu optimal ausrichten. Divergierende Wärmestrahlenbündel und Wärmestrahlung, die sich nicht axial zu der Mittenachse des Rohrs ausbreitet, wird an der Innenseite des Rohrs absorbiert.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern ist vorgesehen, daß die Auswerteschaltung als gegengekoppelter nicht-invertieren-

der Verstärker ausgebildet und an dessen Eingang ein Tiefpaßfilter zum Unterdrücken hochfrequenter Störsignale angeschlossen ist.

Mit dieser Vorgehensweise läßt sich einerseits die Verstärkung innerhalb der Ausgangsschaltung durch einfaches Ändern eines Widerstandsverhältnisses anpassen und zudem des S/N-Verhältnis am Ausgang der Auswerteschaltung deutlich verbessern.

Bevorzugte Ausführungsformen werden nun unter Bezug auf die beiliegende Zeichnung beschrieben; es zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Verfahrensablauf bei der Herstellung von Glasbehältern mit einer IS-Glasherstellungsmaschine sowie eine mögliche Anordnung des Sensors;

Fig. 2 den Aufbau und die Anordnung eines Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glashälterherstellung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine erste detaillierte Realisierung des in **Fig. 2** gezeigten Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern;

Fig. 4 eine zweite detaillierte Realisierung des in **Fig. 2** gezeigten Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern;

Fig. 5 den Verlauf eines mit Hilfe des in **Fig. 2** bis **4** gezeigten Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern ermittelten Temperaturprofils; und

Fig. 6 ein Flußdiagramm für ein Verfahren zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glashälterherstellung auf der Grundlage des in **Fig. 5** gezeigten Temperaturprofils.

Bei der nun folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird inhaltlich auf den oben unter Bezug auf die **Fig. 1** erläuterten IS-Glasherstellungsvorgang Bezug genommen, der an dieser Stelle nicht noch einmal erläutert wird.

Fig. 2 zeigt den Aufbau und die Anordnung eines Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glashälterherstellung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Wie in **Fig. 2** gezeigt, enthält der Sensor zum Erfassen von Doppelstöckern ein als Rohr ausgebildetes Leitelement **26** für die von dem auf dem Förderband **16** geführten Glasbehälter abgegebene Wärmestrahlung zu einem wärmeempfindlichen Sensor **28**. Dieses wärmeempfindliche Bauteil **28** ist mit einer Auswerteschaltung **30** verbunden, die das Ausgangssignal des wärmeempfindlichen Bauteils **28** aufbereitet.

Wie in **Fig. 2** zudem gezeigt, ist das Leitelement **26** im wesentlichen rechtwinklig zu dem Förderband **16** angeordnet. Ist das Leitelement **26** als Rohr ausgebildet, so weist es eine Länge L von ca. 15 cm auf. Bevorzugt ist es an seiner Innenseite geschwärzt. Weiterhin ist es an der dem Förderband zugeordneten Seite offen, und an der von dem Förderband **16** abgewandten Seite ist das wärmeempfindliche Bauteil **28** angekoppelt. Der Durchmesser D des als Rohr ausgebildeten Leitelements **26** beträgt bevorzugt ca. 8 mm. Der Abstand A zwischen dem Förderband **16** und der diesem zugewandten Öffnung des als Rohr ausgebildeten Leitelements **26** beträgt ca. 20 cm.

Betriebsgemäß wird mit dem Leitelement **26** Wärmestrahlung z. B. im Infrarotbereich, die von auf dem Förderband **16** geführten Behältern abgegeben wird, zu dem wärmeempfindlichen Bauteil **28** geführt. Divergierende Strahlenbündel und nicht koaxial zur Mittenachse des als Rohr ausgebildeten Leitelements **26** werden hierbei durch die geschwärzte Innenseite des Rohrs **26** absorbiert, damit sie nicht durch das wärmeempfindliche Bauteil **28** erfaßt werden und somit das Meßergebnis verfälschen. Somit wird eine Abbildung der vorliegenden Wärmestrahlung auf das wärmeempfindliche Bauteil **28** in optimierter Weise in einfachster Form erreicht. Obgleich in **Fig. 2** nicht gezeigt, läßt sich dieselbe Wirkung auch mittels einer Stufenblende erzielen, mit der sich ebenfalls ein eng begrenztes Beobach-

tungsfeld auf dem Förderband 16 definieren läßt.

Weiterhin mißt betriebsgemäß der wärmeempfindliche Sensor 22 das Temperaturprofil für Behälter, die von dem Ausgang der IS-Glasherstellungsmaschine 10 an dem wärmeempfindlichen Sensor 22 vorbei zu dem Kühllofen 18 transportiert werden. Dieses Temperaturprofil wird anschließend in der Auswerteschaltung 30 in ein z. B. von einem Mikrocomputer weiterverarbeitbares elektrisches Ausgangssignal umgesetzt.

Fig. 3 zeigt eine erste Realisierung des in Fig. 2 gezeigten Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern.

Wie in Fig. 3 gezeigt, besteht bei dieser ersten Realisierung die Auswerteschaltung aus einer Photodiode 32, die seriell mit einem Verstärker 34 verbunden ist. Der Verstärker 34 ist hierbei in bekannter Weise aus einem ersten Operationsverstärker 36 aufgebaut, der über eine RC-Parallelschaltung gegengekoppelt ist, die mit einem ersten Widerstand 38 bei einem ersten Kondensator 40 aufgebaut ist. Der Kondensator 40 bedämpft dabei die Verstärkung hoher Frequenzen.

Betriebsgemäß wird demnach die Wärmestrahlung der Behälter auf dem Förderband 16 durch die Photodiode 32 in ein elektrisches Signal umgesetzt, das in dem Verstärker 34 verstärkt wird. Typische Werte für den ersten Widerstand 38 liegen in dem Bereich von 1 MΩ. Weiterhin liegen Kapazitätswerte des ersten Kondensators 40 in der Größenordnung von 1 nF. Das Produkt des Widerstandswerts der ersten Widerstands 38 und des Kapazitätswerts des ersten Kondensators 40 bestimmt hierbei die Zeitkonstante zur Bedämpfung höherer Frequenzen.

Fig. 4 zeigt eine zweite Realisierung des in Fig. 2 gezeigten Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern.

Wie in Fig. 4 gezeigt, wird bei der zweiten Realisierung des Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern das wärmeempfindliche Bauteil 28 mit einem Phototransistor 42 realisiert, dessen Basis aus B floatet, dessen Kollektor C mit Masse verbunden ist und dessen Emitter E im Eingang eines Tiefpaßfilters 44 mit Π-Struktur verbunden ist. Ein wichtiger Aspekt der Erfindung besteht darin, daß der Phototransistor die einfallende Wärmestrahlung im Infrarotbereich in ein Meßsignal umsetzt.

Das Tiefpaßfilter 44 besteht aus einem zweiten Widerstand 46 im linken Massezweig der Π-Schaltung, einem zweiten Kondensator 48 im rechten Massezweig der Π-Struktur und einem dritten Widerstand 50 im Längszweig der Π-Struktur. Durch den zweiten Kondensator im rechten Massezweig der Π-Struktur werden hochfrequente Störanteile im Ausgangssignal des Phototransistors 42 vor der Weiterverarbeitung gefiltert, so daß sie das Meßergebnis nicht weiter verfälschen.

Wie in Fig. 4 zudem gezeigt, ist der Ausgang des Tiefpaßfilters 44 mit einer Verstärkerschaltung 52 verbunden. Diese Verstärkerschaltung 52 besteht aus einem nicht invertierenden, gegengekoppelten Operationsverstärker 54. Hierbei wird die Gegenkopplung über einen Ohmschen Spannungsteiler erreicht, der aus einem vierten Widerstand 56 und einem fünften Widerstand 58 aufgebaut ist. Durch den Widerstandswert R1 des vierten Widerstands 56 und den Widerstandswert R2 des fünften Widerstands 58 ist die Verstärkung V des Verstärkers 52 wie folgt bestimmt:

$$V = 1 + \frac{R2}{R1}.$$

Typische Größenordnungen für den zweiten bis fünften Widerstand 46, 50, 56, 58 liegen in dem Bereich von 47K5, 10K, 500K und 1K. Weiterhin liegt der Kapazitätswert des zweiten Kondensators 48 in dem Bereich von 10 nF. Ein typischer Wert für die Verstärkung des Verstärkers 52 liegt in

der Größenordnung von ca. 70.

Fig. 5 zeigt den Verlauf eines mit Hilfe des in Fig. 2 gezeigten Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern ermittelten Temperaturprofils.

Wie in Fig. 5 gezeigt, weist das Temperaturprofil 60 sich wiederholende Teilsignalverläufe auf, die im folgenden als Zyklen I, II und III bezeichnet werden. Das in Fig. 5 gezeigte Temperaturprofil 60 wurde für die in Fig. 1 gezeigte IS-Glasherstellungsmaschine 10 mit 12 Sektionen 12-1, ..., 12-12 gemessen. Hierbei wurden in jeder Sektion 12-1, ..., 12-12 jeweils zwei glutflüssige Glastropfen zeitlich parallel verarbeitet, so daß ein idealer Zyklus wie der Zyklus III 24 Spitzenwerte aufweist.

Die Auswertung des in Fig. 5 gezeigten Temperaturprofils 60 läßt sich erfindungsgemäß mit Hilfe der in Fig. 6 gezeigten Betriebsabfolge durchführen.

In einem ersten Schritt S1 wird mit Hilfe des in den Fig. 2 bis 4 gezeigten Sensors zum Erfassen von Doppelstöckern das Temperaturprofil 60 für die auf dem Förderband 16 transportierten Glasbehälter ermittelt:

In einem Schritt S2 wird mit Hilfe einer Signaturanalyse das gemessene Temperaturprofil gemäß sich periodisch wiederholenden Teilprofilen in einzelne Zyklen I bis III unterteilt. Als Ergebnis dieses Schrittes S2 ergibt sich auch die Zykluszeit T, die für jeden der Zyklen I bis III identisch ist. Da im Rahmen der Signaturanalyse zudem die Größe/Zahl der Behälter pro Zykluszeit bestimmt wird, ergibt sich in einem Schritt S3 die mittlere Periodendauer τ pro Behälter als Zykluszeit geteilt durch die ermittelte Zahl der Behälter pro Zyklus.

Wie in Fig. 6 ferner gezeigt, läßt sich anhand dieser mittleren Periodendauer τ pro Behälter für jeden der Spitzenwerte eines Zyklus ein Zeitfenster bestimmen, innerhalb dessen mit dem Auftreten des Spitzenwertes zu rechnen ist. Beispielsweise liegt das Zeitfenster für den ersten Spitzenwert bei [0, τ], ferner dasjenige für den zweiten Spitzenwert bei [τ, 2τ], für den dritten Spitzenwert bei [2τ, 3τ] usw. Die Einteilung derartiger Zeitfenster ermöglicht die Implementierung von Timeout-Mechanismen, d. h., in dem Fall, in dem ein Spitzenwert nicht innerhalb des festgelegten Zeitfensters auftritt, wird automatisch zu der Verarbeitung des nachfolgenden Spitzenwertes übergegangen.

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm für ein Verfahren zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glasbehälterherstellung auf der Grundlage des in Fig. 5 gezeigten Temperaturprofils.

Wie in Fig. 6 gezeigt, ist nach der Ermittlung der Zyklen I bis III sowie der Ermittlung der Zykluszeit T, der mittleren Periodendauer τ pro Behälter und der Einteilung in einzelne Zeitfenster das Führen einer Statistik für die einzelnen Spitzenwerte erforderlich, damit während des Betriebs der IS-Glasherstellungsmaschine 10 das Auftreten eines Fehlers beurteilt werden kann. Üblicherweise können für jeden der einzelnen Profilwerte der Erwartungswert und die Streuung als kennzeichnende statistische Parameter ermittelt werden.

Die Schritte S1 bis S5 bereiten das Erkennen fehlerhafter Behälter durch Auswertung des gemessenen Temperaturprofils 60 und Durchführen eines Vergleichs mit den ermittelten Statistiken im Rahmen des Schrittes S6 vor. Ein typisches Beispiel für einen derartigen Auswertungsvorgang ist in den in Fig. 5 gezeigten Zyklen I bis III gezeigt. Hierbei tritt im Zyklus IV kein Fehler auf, so daß sich alle Spitzenwerte im Bereich des zugeordneten Erwartungswertes bewegen und innerhalb eines durch die jeweilige Streuung bestimmten Bereichs liegen.

Anders liegt der Fall im Zyklus II. Hier tritt für eine IS-Sektion eine deutliche Abweichung 62 von dem Erwartungswert auf. Diese Abweichung 62 ist auf die erhöhte

Temperatur des Doppelstöckers zurückzuführen. Hier wird ein fehlerhafter Behälter durch Vergleich des aktuell gemessenen Profilwerts **62** mit dem anhand der Statistik zu erwartenden Profilwert identifiziert.

Wie in **Fig. 5** zudem gezeigt, tritt an der zugeordneten Stelle **64** im vorangehenden Zyklus I ein Abfall des Pegels des Temperaturprofils auf. Der Grund hierfür besteht darin, daß im vorangehenden Zyklus I ein nennenswerter Pegel bei dem Temperaturprofil gerade nicht auftritt, da – wie oben erwähnt – der Behälter in der IS-Glasherstellungsmaschine **10** zurückgehalten wird und somit nicht an dem Sensor **22** vorbeigeführt wird. Demnach kann die Identifizierung eines fehlerhaften Behälters zusätzlich dadurch abgesichert werden, daß neben der Auswertung der Statistik zusätzlich ein Vergleich des aktuell gemessenen Profilwerts **62** mit in mindestens einem vorangehenden Zyklus gemessenen zugeordneten Profilwert **64** verifiziert wird. Mit anderen Worten ausgedrückt, muß dann, wenn in einem Zyklus $i + 1$ ein Erwartungswert aufgrund eines Doppelstöckers deutlich überschritten wird, in einer Zykluszeit T zurückliegenden Zeitpunkt des Zyklus i der Pegel des Temperaturprofils **60** deutlich abgesenkt sein.

Fig. 6 zeigt zudem die Einbettung der weiteren Betriebschritte S7 und S8 in den Verfahrensablauf.

So wird nach jeder Überprüfung eines Spitzenwerts des Temperaturprofils **60** im Schritt S6 in einem weiteren Schritt S7 bestimmt, ob der Betrieb fortgeführt werden soll. Ist dies nicht der Fall, so wird das Durchlaufen der einzelnen Betriebsschritte beendet. Anderenfalls wird in einem Schritt S8 ermittelt, ob sich die grundlegende Form des Temperaturprofils **60**, z. B. aufgrund einer Änderung der zu fertigenden Glasware, geändert hat.

Ist dies nicht der Fall, so wird wiederholt bei jedem Spitzenwert des Temperaturprofils die Auswertung gemäß dem Schritt S6 durchgeführt. Hat sich anderenfalls die Form des Temperaturprofils grundlegend geändert, so sind die vorbereitenden Schritte S1 bis S5 zu wiederholen, damit die Statistik an die geänderte Temperatur der Glaswaren angepaßt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glasbehälterherstellung, gemäß dessen:

- a) mit einem wärmeempfindlichen Sensor (**22**) das Temperaturprofil (**60**) für Glasbehälter gemessen wird (S1), die von dem Ausgang einer IS-Glasherstellungsmaschine (**10**) mit einem Förderband (**16**) an dem wärmeempfindlichen Sensor (**22**) vorbei transportiert werden,
- b) das Temperaturprofil (**60**) durch Signaturanalyse in einzelne Zyklen unterteilt wird (S2, S3),
- c) in jedem Zyklus Zeitfester für die in einzelnen Sektionen (**12-1**, . . . , **12-n**) der IS-Glasherstellungsmaschine (**10**) hergestellten Behälter festgelegt werden (S4),
- d) für in den einzelnen Sektionen (**12-1**, . . . , **12-n**) hergestellten Behälter über mehrere Zyklen hinweg eine Statistik geführt wird (S5), und
- e) fehlerhafte Behälter durch Vergleich des aktuell gemessenen Profilwerts (**62**) mit dem anhand der Statistik zu erwartenden Profilwert identifiziert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Identifizierung eines fehlerhaften Behälters durch zusätzlichen Vergleich des aktuell gemessenen Profilwerts (**62**) mit in mindestens einem vorangehen-

den Zyklus gemessenen zugeordneten Profilwert (**64**) verifiziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Bestimmen der Statistik Erwartungswert und Streuung der einzelnen Profilwerte als kennzeichnende statistische Parameter der Statistik ermittelt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen der Signaturanalyse zunächst die Größe Zahl der Behälter pro Zyklus bestimmt wird (S2).

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mit der ermittelten Zahl der Behälter pro Zyklus die mittlere Periodendauer pro Behälter (τ) ermittelt wird (S3).

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß anhand der mittleren Periodendauer pro Behälter (τ) die einzelnen Zeitfenster für die Behälter der einzelnen Sektionen ermittelt werden (S4).

7. Sensor (**22**) zum Erfassen von Doppelstöckern im Rahmen einer IS-Glasbehälterherstellung, enthaltend:

- a) ein wärmeempfindliches Bauteil (**28**; **32**; **42**) zum Messen eines Temperaturprofils (**60**) für Glasbehälter, die von dem Ausgang einer IS-Glasherstellungsmaschine (**10**) mit einem Förderband (**16**) an dem wärmeempfindlichen Bauteil (**28**; **32**; **42**) vorbei transportiert werden,
- b) ein im wesentlichen rechtwinklig zu dem Förderband (**16**) ausgerichtetes Leitelement (**26**) für Wärmestrahlung, das an der dem Förderband (**1**) zugeordneten Seiten offen und an der vom Förderband abgewandten Seite an das wärmeempfindliche Bauteil (**28**; **32**; **42**) angekoppelt ist, und
- c) eine mit dem wärmeempfindlichen Sensor verbundene Auswerteschaltung (**30**), die aus dem gemessenen Temperaturprofil ein weiterverarbeitbares elektrisches Ausgangssignal erzeugt.

8. Sensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das wärmeempfindliche Bauteil ein auf Infrarotstrahlung ansprechender Phototransistor (**42**) ist.

9. Sensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das wärmeempfindliche Bauteil eine Photodiode (**32**) ist.

10. Sensor nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitelement für Wärmestrahlung als Stufenblende ausgebildet ist.

11. Sensor nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitelement für Wärmestrahlung als Rohr (**26**) ausgebildet ist.

12. Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (**26**) an seiner Innenseite geschwärzt ist.

13. Sensor nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung als Verstärker mit Bedämpfung hoher Frequenzen (**34**) ausgebildet ist.

14. Sensor nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung als gegengekoppelter nicht-invertierender Verstärker (**52**) ausgebildet ist.

15. Sensor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß am Eingang des nicht-invertierenden Verstärkers (**52**) ein Tiefpaßfilter (**44**) zum Unterdrücken hochfrequenter Störsignale angeschlossen ist.

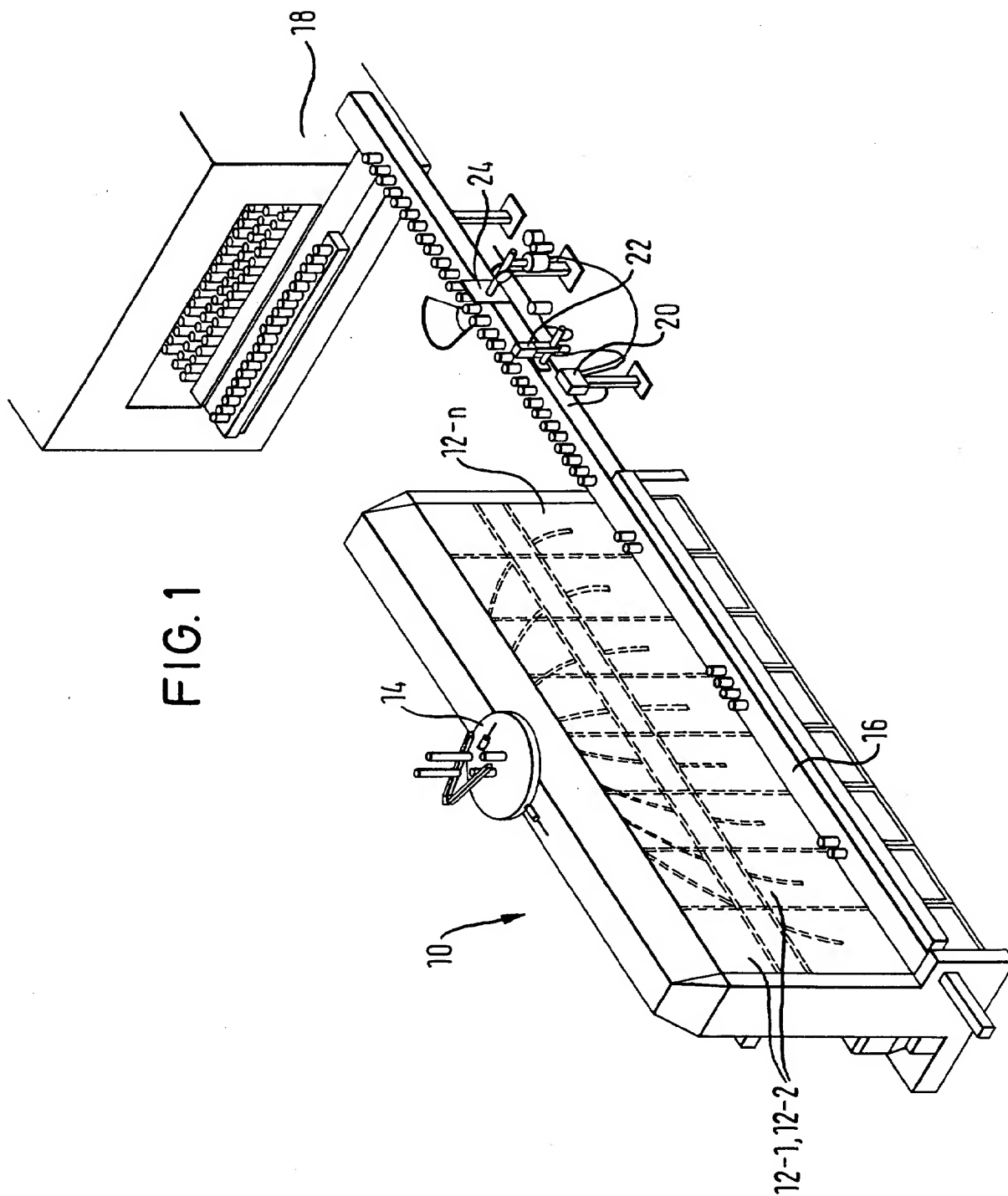


FIG. 2

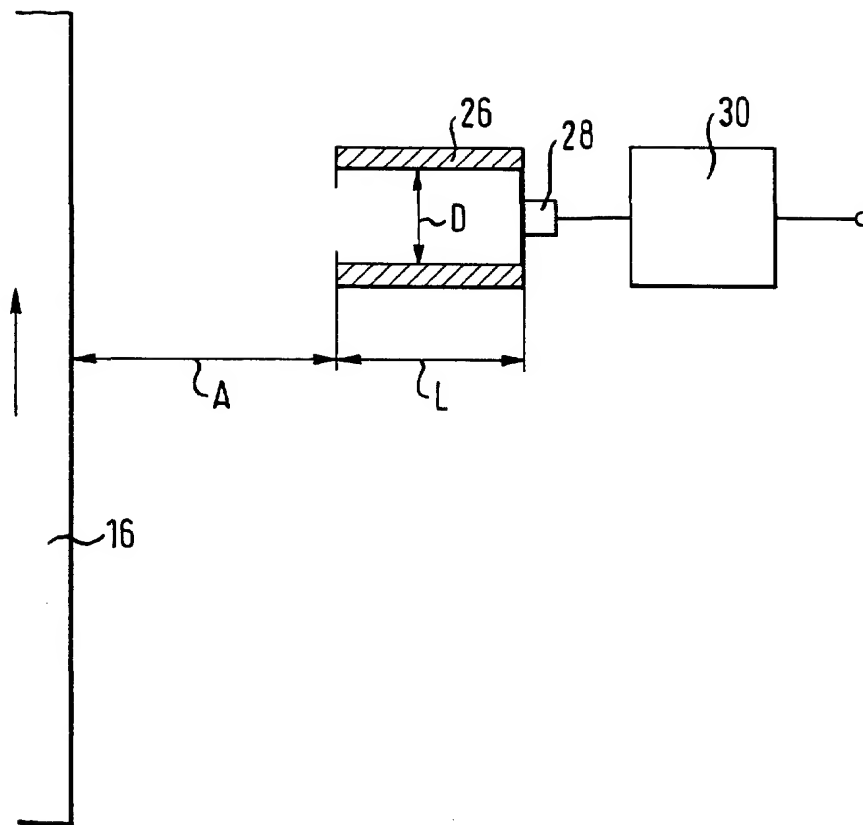


FIG. 3

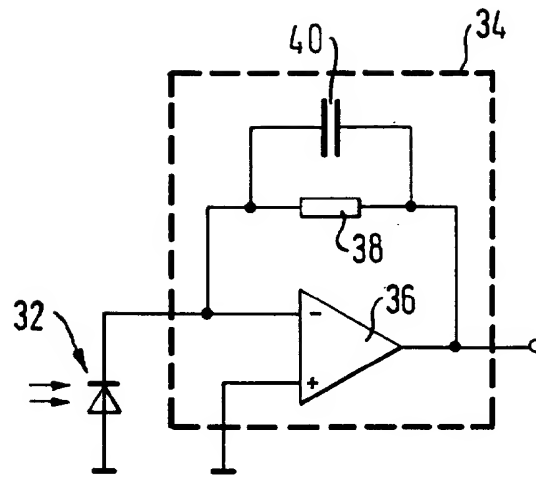


FIG. 4

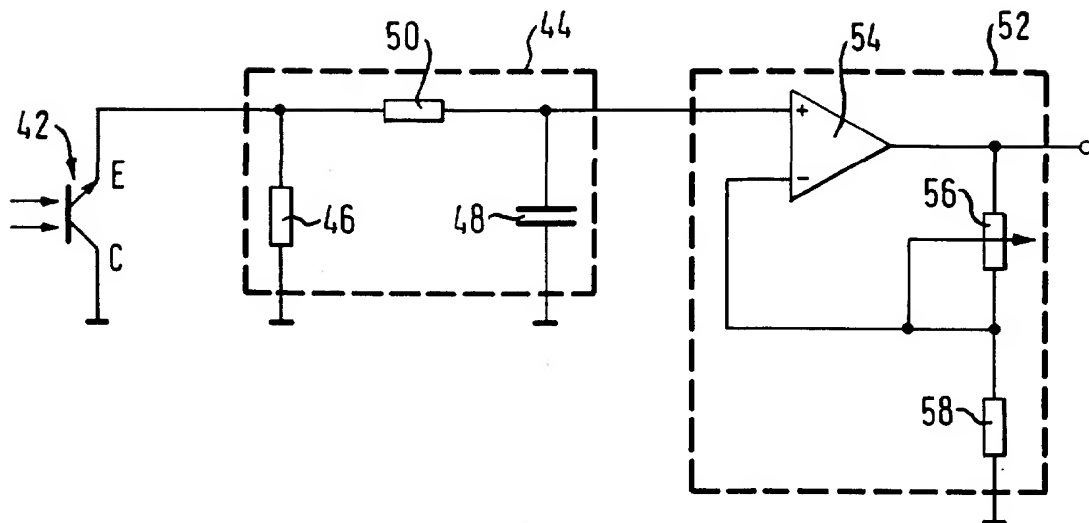


FIG. 5

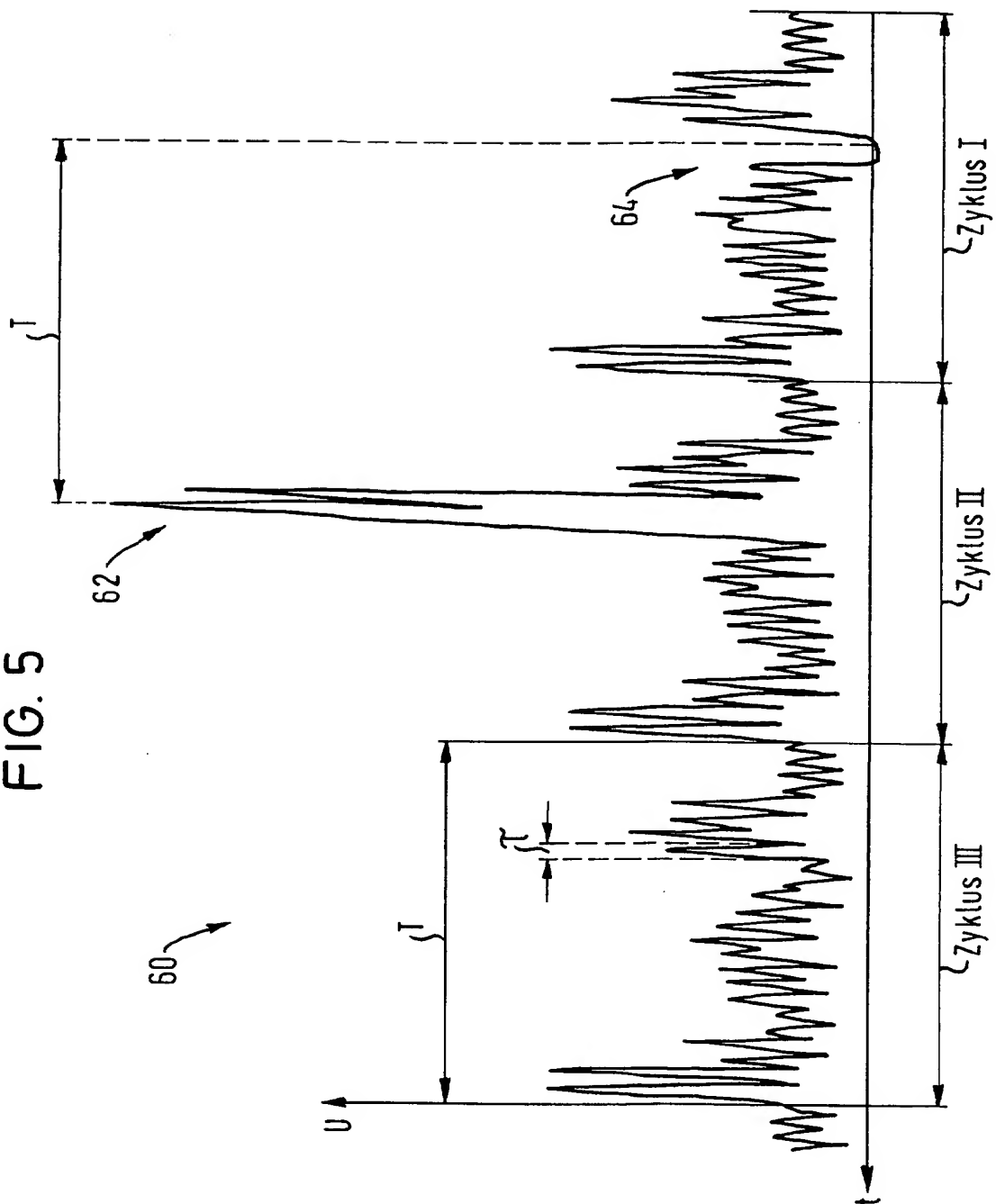


FIG. 6

